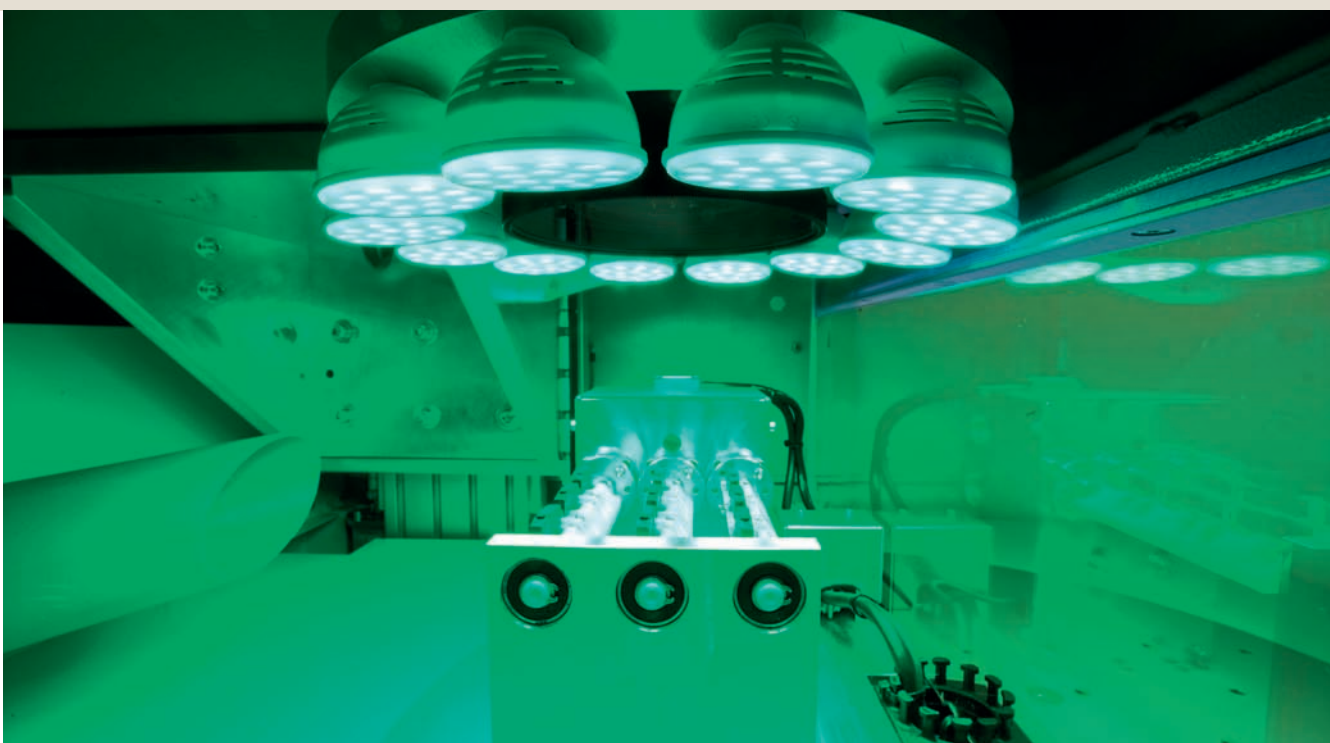


Laserfokus mit Breitenwirkung

Der Laser bringt hohe Energie zielgerichtet auf einen Punkt. Entscheidend für die **PRODUKTIVITÄT** sind allerdings die Auswahl der optimalen Laserstrahlquelle, die Verfügbarkeit moderner Laseranlagen sowie das Know-how des Anwenders.



LARS EDERLEH

Der Laser hat sich in der Produktion auf breiter Front durchgesetzt: Geringe Werkzeugkosten, hohe Prozesssicherheit und ein sauberer, schonender Produktionsprozess sprechen für den Lasereinsatz. Moderne Lasersysteme überzeugen mit einfacher Bedienung und 24/7-Verfügbarkeit. Sie strukturieren, schneiden oder bohren Werkstücke ohne zeitintensive Umrüstungen direkt aus den Layoutdaten (**Bild 1**). Dieser Gewinn an Flexibilität erlaubt völlig neue Geschäftsmodelle: So hat sich beispielsweise ein Hersteller von HF-Schaltungen von seiner Lagerhaltung verabschiedet und produziert mittels Laser just in time. Nach Bestelleingang wird die HF-Komponente innerhalb weniger Minuten direkt aus der Layoutdatei strukturiert und noch am gleichen Tag verschickt. So etwas funktioniert nur mit dem Laser. Beim Prototyping,

bei Kleinserien oder in der Serienproduktion spielt diese Technologie ihre Vorzüge aus.

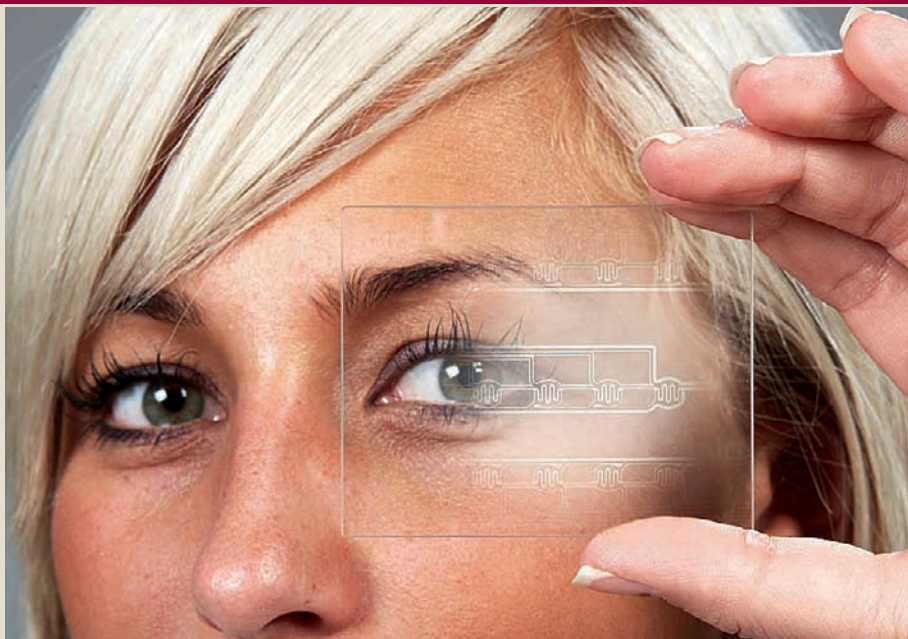
Alle Prozessparameter sind abzustimmen

Die Wirkung eines Lasers hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Neben der Laserleistung ist die Wellenlänge des emittierten Laserlichts entscheidend. Je nach Material wird ein Teil des Laserlichts absorbiert, reflektiert oder durchstrahlt das Werkstück (Transmission). Wirksam wird nur die absorbierte Energie. Für das gewünschte Ergebnis kommt es auf die richtige Kombination von Material, Laserquelle, Laserintensität und Einwirkdauer an.

Der Laserstrahl muss exakt auf die Wirkungsebene fokussiert werden. Die Strahlführung ist eine wesentliche Aufgabe, ebenso wie die hochpräzise Positionierung des Werkstücks. Neben der Laserquelle sind also ausgereifte optische Komponenten,

Bild 1. Produzieren mit Licht: Die Lasersysteme ›Microline 3D‹ von LPKF eröffnen neue Möglichkeiten in der Mikromaterialbearbeitung

Bild 2. Die unsichtbaren leitfähigen Strukturen erscheinen erst nach dem Anhauchen



> KONTAKT

HERSTELLER
LaserMicronics GmbH
 30827 Garbsen
 Tel. +49 5131 90811-0
 Fax +49 5131 90811-29
www.lasermicronics.de

eine hohe Wiederholgenauigkeit beim Handling und – als verbindendes Element – eine leistungsfähige Systemsteuerung erforderlich. Die Steuerungssoftware hat die Aufgabe, den täglichen Produktionsprozess einfach zu gestalten, zum Beispiel durch Parameter- und Jobbibliotheken. Der Administrator benötigt hingegen Zugriff auf möglichst viele Systemparameter.

Gravieren, Ritzen und Markieren sind typische Anwendungen der ersten Generation. Hier kommt es selten auf μm -genaue Positionierung und exakten Energieeintrag an. Anspruchsvollere Anwendungen stellen hingegen hohe Anforderungen an die geometrische Präzision oder setzen einen definierten Energieeintrag voraus. Für die Bearbeitung spezieller Materialien sind deshalb Hightech-Systeme gefragt.

TCO-Beschichtungen und flexible Leiterplatten

TCO-Beschichtungen (Transparent Conductive Oxide) mit Indium-Zinnoxid (ITO) kommen zum Einsatz, wenn eine elektrisch leitfähige und transparente Beschichtung auf Glas oder Kunststoff erforderlich ist, beispielsweise in High-End-Touch-Anwendungen. Darüber hinaus

lassen sich TCO-Beschichtungen zum Beispiel für organische Leuchtdioden, Hochfrequenzabschirmungen, unsichtbare Antennen oder Solarelemente nutzen.

Das LPKF-Tochterunternehmen LaserMicronics aus Garbsen hat für die Produktion mikrostrukturierter Layouts ein besonders präzises Verfahren entwickelt. Der Laser schreibt feinste, transparente Strukturen in die TCO-Schicht, sodass elektrische Isolationskanäle beliebiger Geometrien entstehen. Dabei lassen sich Strukturbreiten von $25\ \mu\text{m}$ bei herausragender Lagegenauigkeit produzieren, ohne das Trägermaterial zu beeinträchtigen (**Bild 2**).

Insbesondere flexible und sehr dünne Substrate profitieren von der berührungslosen Laserbearbeitung. Beim Trennen bestückter oder unbestückter Einzelschaltungen aus einem Gesamtnutzen gilt es, einwirkende Kräfte auf ein Minimum zu reduzieren. Moderne Lasersysteme schneiden hochkomplexe Konturen ohne mechanische Belastungen – viel präziser als herkömmliche Verfahren wie Sägen, Fräsen oder Stanzen. Damit lassen sich mehr Nutzen pro Träger realisieren und Schnittkanäle auf bestückten Platinen bis dicht an empfindliche Bauteile oder die Leiterbahn legen (**Bild 3**). Je nach Material kommen CO_2 - oder UV-Lasersysteme zum Einsatz.

Präzises und produktives Schneiden von Mikroteilen

Der Trend zu Miniaturisierung hat viele Bereiche erfasst: Digitalkameras und die Medizintechnik sind Beispiele, und im Auto nutzen immer mehr Sensoren und Motoren Mikroschneidteile. In hochwertigen Uhren sind kleinste Bauteile schon immer zu finden.

Mit modernen Lasern lassen sich hochpräzise Schneidteile mit einer Stärke bis zu $2\ \text{mm}$ aus Edelstahl-, Nickel-, Molybdän- und Titan-Folien schneiden. Dabei werden eine Wiederholgenauigkeit von $\pm 2\ \mu\text{m}$ und Radien von $10\ \mu\text{m}$ erzielt. Das angewandte Laserverfahren macht die Herstellung von zusätzlichen Werkzeugen überflüssig, damit lohnt sich bereits die Produktion von kleinen und mittleren Serien. Die

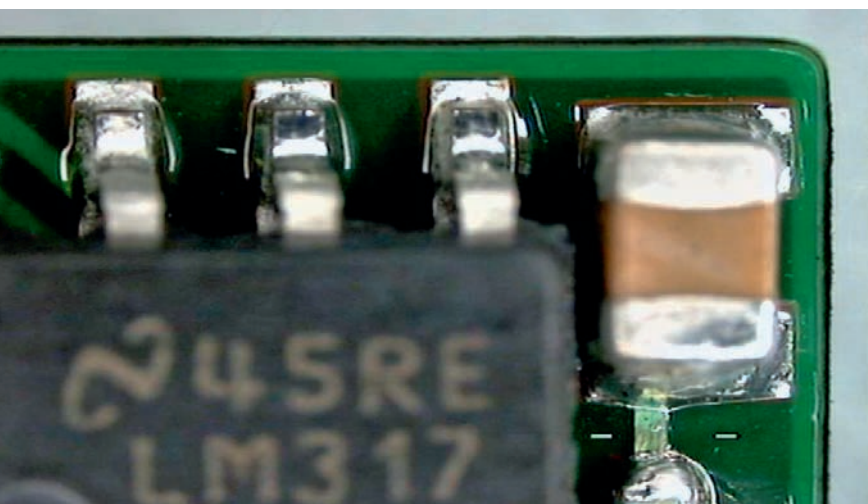


Bild 3. Präzise Schnitte bis an den Rand ohne Materialstress



Bild 4. Lasermikroschneiden von Mikroteilen:
schnell, präzise und bereits bei kleinen Stückzahlen wirtschaftlich

Fertigung erfolgt auch direkt aus der Layoutdatei, beispielsweise bei einzelnen Metallmasken (Gobos) für Projektoren (**Bild 4**).

Laser-Durchstrahlschweißen von Kunststoffbauteilen

Das Laserstrahl-Kunststoffschweißen ist sicher, sauber und absolut partikelfrei. Es verbindet einen für die Wellenlänge der Laserstrahlung transparenten mit einem absorbierenden Werkstoff. Der Laserstrahl fokussiert sich durch das lasertransparente Formteil hindurch auf den absorbierenden Fügepartner und schmilzt diesen oberflächlich auf. Das durchlässige Bauteil wird durch Wärmeleitung plastifiziert und mit einer definierten Kraft angepresst. Anwendungsgebiete liegen zum Beispiel in der Automobilelektronik oder der Medizintechnik. Beide Branchen sind auf sichere Verbindungen angewiesen. Königsdisziplin ist die Mikrofluidik: Sie fordert Schweißnahtqualitäten, die nur noch mit Lasertechnik erreicht werden. Auf der Fläche einer Zigaretenschachtel werden mehrere Meter Schweißnaht angeordnet. Eine integrierte Fügewegüberwachung oder eine Pyrometerkontrolle geben zuverlässig Auskunft über die Schweißqualität.

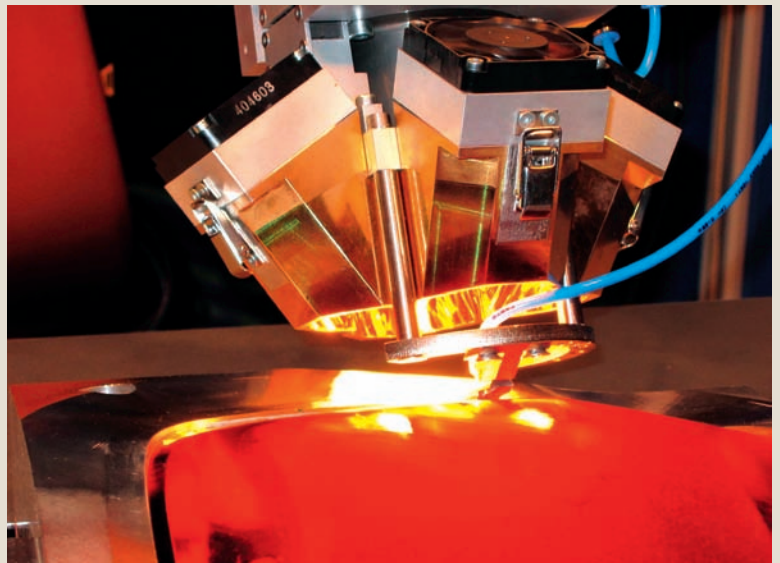


Bild 5. Innovative Lösung: Kunststoffschweißen im Wärmefeld

Gemeinsam mit dem LPKF-Geschäftsbereich LaserMicronics in Erlangen ein besonderes Hybridschweißverfahren, das in einem Wärmefeld aus Halogenlampen stattfindet (**Bild 5**). Das neue Laser-Heißverstemmen verbindet bislang inkompatible Materialien wie Leiterplatten und Gehäuse mit Kunststoffnieten.

Laserstrukturierung in der dritten Dimension

Die fortschreitende Miniaturisierung erfordert technische Lösungen, bei denen mechanische und elektronische Funktionen auf engstem Raum vereint werden. Was liegt näher, als dass die mechanischen Bauteile als Träger für Leiterbahnen dienen? Millionenfach bewährt ist der Einsatz dreidimensional geformter Antennen in modernen Mobiltelefonen, beispielsweise zur optimalen Ansteuerung von mehreren Mobilfunknetzen, WLAN, für Radioempfang und eine Bluetooth-Verbindung. Derartige MID-Bauteile übernehmen auch wichtige Aufgaben im Medizin- und Automobilsektor.

LaserMicronics wendet dazu die Laser-Direktstrukturierung (LDS) an. Dabei bildet ein Laser

> DIE LASERSTRAHLQUELLEN

Die Bezeichnung der Laserquellen erfolgt nach Wellenlängen oder nach Art des lasererzeugenden Mediums. LaserMicronics verfügt über folgende Systeme:

UV-Lasersysteme mit 355 nm Wellenlänge sind besonders für die Mikrobearbeitung von Metallen, Kunststoffen, keramischen Materialien und Materialverbunden geeignet. Ein UV-Laser ist ein multifunktionales Laserwerkzeug.
IR-Lasersysteme mit 808 bis 1064 nm Wellenlänge stehen als diodengepumpte Festkörperlaser, Dioden- und Faserlaser mit bis zu 1000 W Leistung zur Verfügung.

Excimer-Lasersysteme mit den Wellenlängen 248 und 308 nm eignen sich besonders für die Strukturierung dünner Metallschichten im Maskenprojektionsverfahren. Im Rolle-zu-Rolle-Verfahren sind minimale Taktzeiten und hohe Stückzahlen mit Strukturen kleiner 10 µm möglich.

CO₂-Lasersysteme haben ihr Einsatzgebiet bei der Nutzentrennung. Mit ihnen lassen sich verschiedenste Materialien mit reduziertem thermischen Eintrag bearbeiten, beispielsweise Polymere.



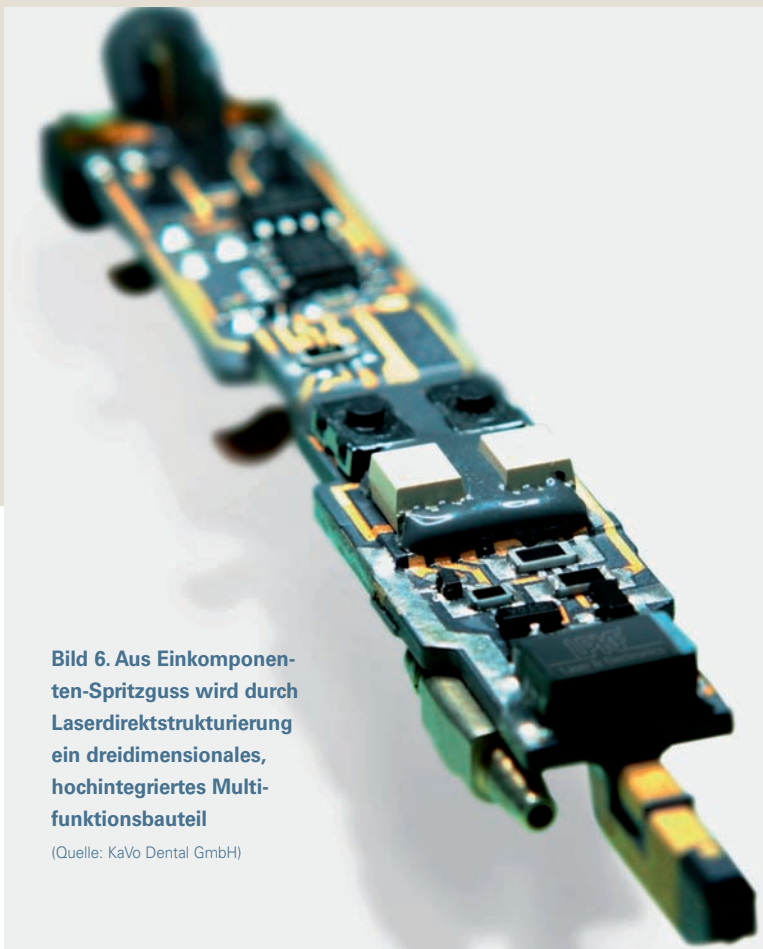


Bild 6. Aus Einkomponenten-Spritzguss wird durch Laserdirektstrukturierung ein dreidimensionales, hochintegriertes Multifunktionsbauteil

(Quelle: KaVo Dental GmbH)

die Leiterstrukturen auf Einkomponenten-Spritzgussbauteilen ab. Diese Strukturen werden anschließend metallisiert (**Bild 6**). Beachtung verdient ein weiteres subtraktives Verfahren: Eine vollständig metallisierte Oberfläche wird mit Zinn-Resist beschichtet und anschließend mit dem Laser strukturiert. Der nachfolgende Ätzprozess entfernt die freigelegten Metallflächen.

Leiterplattennacharbeit und Keramikstrukturierung

Das berührungslose Verfahren macht es möglich: Layoutänderungen bei bereits bestückten und damit wertvollen Platinen. Schon häufig konnten durch gezielte Lasermanipulationen größere Kontingente nachbearbeitet werden – spezielle Spannvorrichtungen waren nicht nötig.

Keramik zeichnet sich durch eine hohe Härte, Form- und Temperaturbeständigkeit aus – und ist daher entsprechend schwierig zu bearbeiten. Besonders hier spielt der Laser seine Vorteile aus: Er kann sowohl zur Direktstrukturierung durch Verdampfen einer leitenden Beschichtung eingesetzt werden als auch zum exakten Bohren und Schneiden des Keramikmaterials.

Eine weitere interessante Anwendung besteht im Abtragen von leitenden Pasten auf verschiedenen Trägersubstraten. Diese Materialkombination wird oft in temperaturkritischen Bereichen eingesetzt. Durch

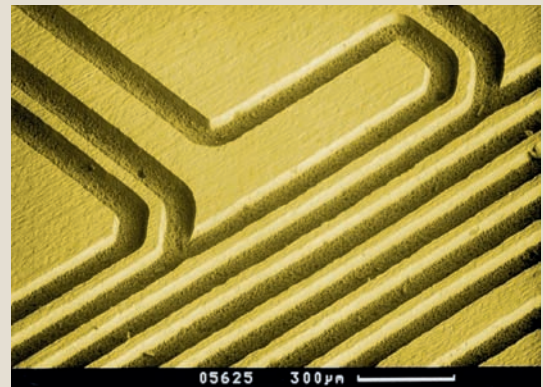


Bild 7. Feinste Strukturen, enge Radien, steile Flanken: Lasergenerierte Leiterstrukturen auf keramischen Materialien eignen sich für anspruchsvolle Anwendungen

den Laser lassen sich Leiterstrukturen kleiner 50 µm erzeugen. Solche Strukturen sind mit der herkömmlichen Siebdruckmethode nicht zu erzielen (**Bild 7**).

Die Lasertechnik ist ein noch relativ junger Technologiebereich mit einer hohen Dynamik. Wirtschaftlich sinnvolle Prozesse setzen auf leistungsfähige Lasersysteme, Steuerungs- und Maschinenbaukompetenzen. Ohne weitreichende Erfahrung in der Wechselwirkung zwischen Laserenergie und Material lassen sich die technischen Möglichkeiten nicht voll ausschöpfen.

Mit Erfahrung erfolgreich

LaserMicronics zeichnet sich durch seine einzigartige Positionierung aus. Das Unternehmen bietet Dienstleistungen als Auftragsfertiger für Prototypen und Kleinserien an. Es ist gleichzeitig ein wichtiger Dienstleister im LPKF-Konzern. Die Physiker und Entwicklungsingenieure von LaserMicronics stehen im ständigen Austausch mit den Produktmanagern von LPKF. Damit verfügt LaserMicronics über das Know-how, vorhandene Maschinen entsprechend den Zielprodukten umzukonfigurieren, kann ein hervorragend ausgestattetes Labor mit modernster Messtechnik nutzen und hat Zugriff auf die Lasersysteme der neuesten und der kommenden Generation.

LaserMicronics bietet seine Erfahrungen in der Auftragsfertigung und als Beratungsunternehmen an. Es entwickelt gemeinsam mit Kunden optimale Prozesse, um mit vorhandenen oder geplanten Systemen das Optimum an Qualität und Wirtschaftlichkeit zu erzielen. ■ MI110013

AUTOR

Dipl.-Ing. LARS EDERLEH ist Geschäftsführer von LaserMicronics in Garbsen; l.ederleh@lasermicronics.com